

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И СТРУКТУРЫ ЦВЕТНОГО СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО БЕТОНА

Мишутин А.В., Петричко С.Н. *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.Одесса)*

У роботі подані результати досліджень кольорового суднобудівного бетону на міцність при стиску, при згинанні, а також досліджень структури і водопоглинання.

Сооружения на воде – прерогатива инженеров-гидротехников, но архитекторам удалось радикально изменить традиционные понятия – архитектура стала динамичной, а вода остается постоянно статичной. Здания на воде ознаменуют собой поворотный пункт в истории современной архитектуры. Примеры современных планов показывают, что свет, воздух и солнце уже не параметры, которые определяют дизайн. Вода становится все более популярной, превращается в новое направление, где архитектура, инновации, свет и вода тесно взаимодействуют (Рис. 1, 2) [1].

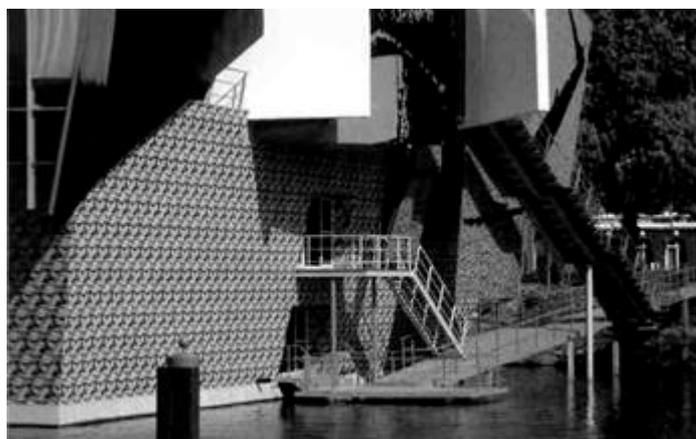


Рис. 1. Художественный музей в городе Гронинген, Нидерланды. Красная пристань ведет от берега над водой к исключительному зданию музея, которое возвышается из воды, как скульптура

Бетон сооружений, эксплуатируемых в водной среде, работает в сложных условиях (увлажнение-высушивание, замораживание-оттаивание), поэтому к нему предъявляются высокие технические требования. Но помимо этого, в настоящее время растут эстетические требования к изделиям из гидротехнического бетона и с архитектурной точки зрения.

Гидротехнический бетон – бетон массивных сооружений (ГЭС, плотины), а для тонкостенных (5-15 см) конструкций, эксплуатируемых в водной среде (плавучие доки, корабли, гостиницы), бетон получил название судостроительный.



Рис. 2. Город Алмере, около 25 км к востоку от Амстердама. Вода протекает между лабиринтом вилл и создает свою собственную маленькую систему канала. Это то, что в конечном итоге определило этот дизайн – все здания окружены водой и отражения в гладкой поверхности воды создают особую атмосферу

С целью получения декоративного судостроительного бетона нами использовались пигменты различных цветов. Полученный бетон должен иметь следующие характеристики: прочность на сжатие $\geq 40-50$ МПа; прочность на растяжение при изгибе ≥ 7 МПа; морозостойкость ≥ 400 циклов; водопоглощение $\geq 2-3\%$; водонепроницаемость $\geq W12$ [2].

Для проведения опыта была разработана программа планированного эксперимента по 5-факторному плану системы Сомрех со следующими факторами (Табл. 1):

- портландцемент (варьировался от 400 кг до 600 кг на 1 м³);
- железистый желтый пигмент (варьировался от 0 до 2% от массы цемента);
- железистый красный пигмент (варьировался от 0 до 2% от массы цемента);
- железистый синий пигмент (варьировался от 0 до 2% от массы цемента);
- пластификатор С-3 (варьировался от 0,5 до 1% от массы цемента).

В/Ц было принято 0,45, П/Ц – 2:1.

Таблица 1

Планированный эксперимент по 5-ти факторному плану

№ п/п, серия образцов	Факторы				
	X ₁ (цемент)	X ₂ (пигмент красный)	X ₃ (пигмент желтый)	X ₄ (пигмент синий)	X ₅ Пластификатор С-3
1	1	1	1	1	-1
2	1	1	1	-1	1
3	1	1	-1	1	1
4	1	1	-1	-1	-1
5	1	-1	1	1	1
6	1	-1	1	-1	-1
7	1	-1	-1	1	-1
8	1	-1	-1	-1	1
9	-1	1	1	1	1
10	-1	1	1	-1	-1
11	-1	1	-1	1	-1

12	-1	1	-1	-1	1
13	-1	-1	1	1	-1
14	-1	-1	1	-1	1
15	-1	-1	-1	1	1
16	-1	-1	-1	-1	-1
17	1	0	0	0	0
18	-1	0	0	0	0
19	0	1	0	0	0
20	0	-1	0	0	0
21	0	0	1	0	0
22	0	0	-1	0	0
23	0	0	0	1	0
24	0	0	0	-1	0
25	0	0	0	0	1
26	0	0	0	0	-1
27	0	0	0	0	0

Средняя плотность образцов определялась по методике [3] и находится в пределах 2,29...2,32 г/см³.

Прочность на растяжение при изгибе измерялась на приборе МИИ-100 (Рис.3).

Прочность на сжатие измерялась на гидравлическом прессе МС-1000 (Рис.4, 5).

Результаты испытаний бетона 1, 2, 3, 8 серий приведены на рис. 3, 4.

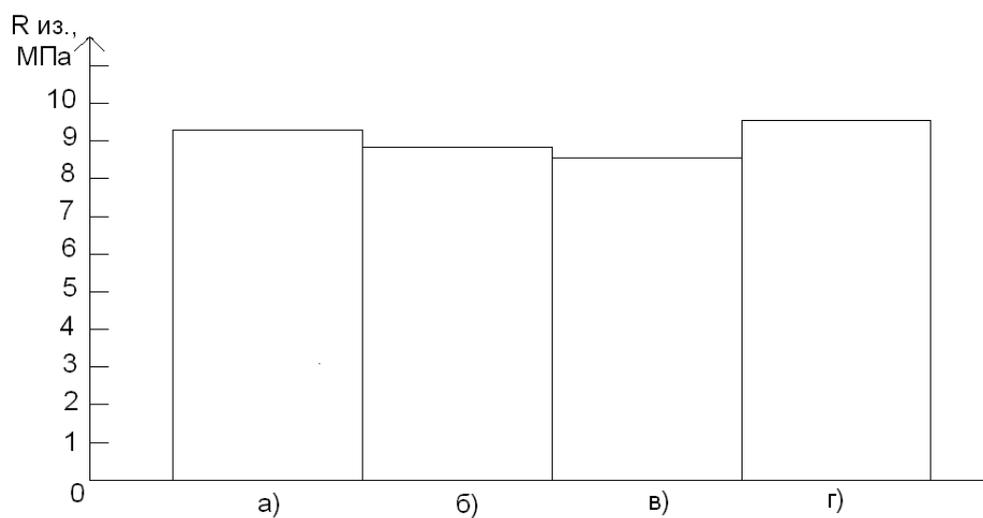


Рис. 3. Прочность на растяжение при изгибе, МПа
а) серия 1 – $R_{\text{изгиба}} = 9,3$; б) серия 2 – $R_{\text{изгиба}} = 8,85$
в) серия 3 – $R_{\text{изгиба}} = 8,56$; г) серия 8 – $R_{\text{изгиба}} = 9,56$

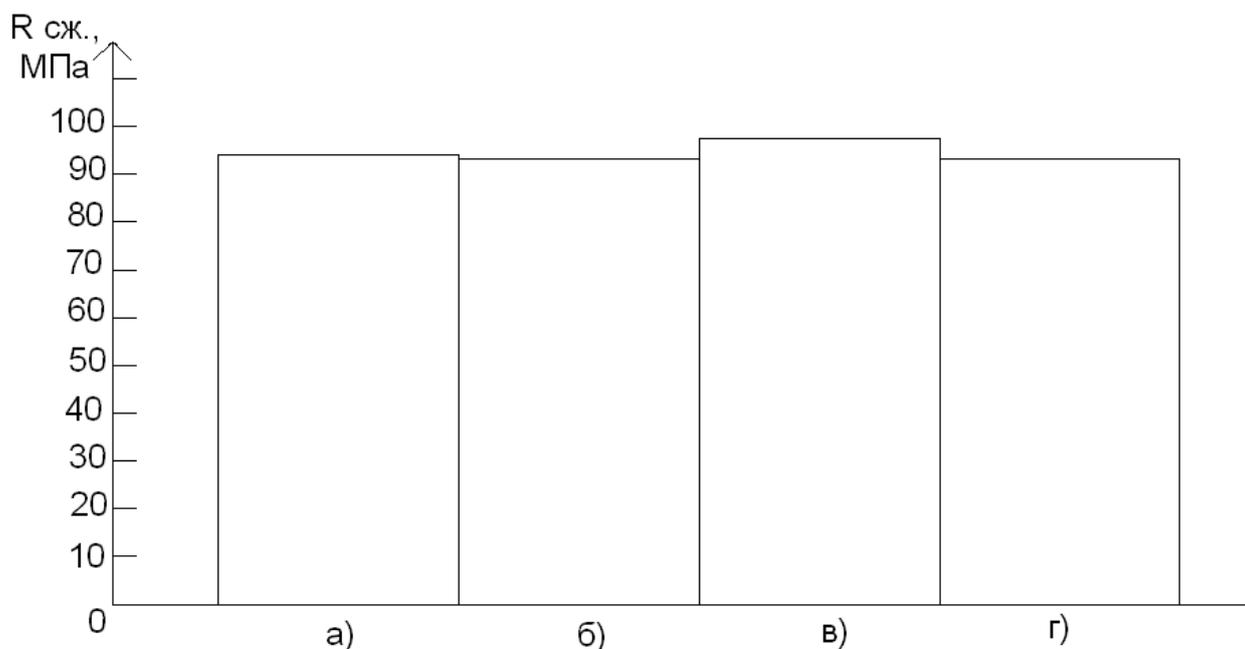


Рис. 4. Прочность на сжатие, МПа
а) серия 1 – $R_{сжатия} = 94,2$; б) серия 2 – $R_{сжатия} = 93,2$
в) серия 3 – $R_{сжатия} = 97,4$; г) серия 8 – $R_{сжатия} = 93,2$

Для изучения структуры цветного бетона и влияния пигмента на нее, был проведен микроскопический анализ (Рис. 6). По предварительным данным выявлено, что пигмент не вступает в реакцию с цементом, а работает как мелкодисперсный наполнитель.

Влажность, водопоглощение и объем открытых пор определялись по методикам [5, 6, 7]. Влажность образцов находится в пределах 1,86...2,78%, водопоглощение – 3,03...4,55%.

Полученный бетон отвечает требованиям к судостроительным бетонам. Прочность на растяжение при изгибе выше запроектированной в среднем на 10-12%, прочность при сжатии – на 20-40%.

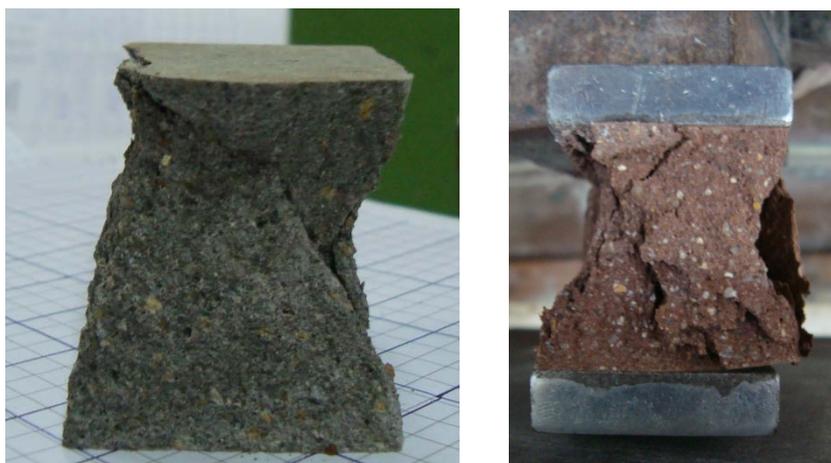


Рис. 5. Характер разрушения образцов

